

Primeros datos sobre la presencia de *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoidea) en la cuenca del Tajo (España)

First citation of *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoidea) at the Tajo basin (Spain)

Juan Carlos VELASCO*, Rafael ARAUJO**, Javier BALSET***, Carlos TOLEDO** y Annie MACHORDOM**

Recibido el 30-IV-2006. Aceptado el 21-IX-2006

RESUMEN

Se ha localizado una nueva población de la especie de bivalvo de agua dulce amenazada *Margaritifera margaritifera* en la Península Ibérica. Se trata de la primera población conocida en la cuenca del río Tajo, concretamente en el río Alberche, en la Provincia de Ávila. Se han encontrado 81 ejemplares adultos vivos, con longitudes que oscilaron entre los 78 y los 130 mm. Además, se colectó un ejemplar recién muerto que medía 62 mm. El estado de conservación de esta población es muy similar al de otras colonias ibéricas, con ejemplares de gran tamaño y ausencia de juveniles. En el estudio de las secuencias de dos genes mitocondriales, no se han encontrado diferencias genéticas entre esta población y el resto de las conocidas en la Península Ibérica.

La localización de esta población de *M. margaritifera* en un río de la cuenca del Tajo permite especular con la posible captura, por parte del río Alberche, de algún afluente de la cuenca del Duero, en la que ya se conocen diferentes poblaciones de *M. margaritifera*.

ABSTRACT

Here we report the finding of a new population of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in the Iberian Peninsula. The population lives in the Alberche River in the province of Ávila, and is the first known population of this species in the Tajo basin. We have found 81 live specimens, all adults with lengths from 78 to 130 mm. One recently dead specimen measured 62 mm. The conservation status of this population is very similar to other known Iberian populations of the species, with large sized specimens and absence of recruitment. Analyses of the sequences of two different mitochondrial genes did not reveal genetic differences among the studied population and other Iberian populations of the species.

The presence of *M. margaritifera* in a river belonging to the Tajo basin could be explained by a possible scenario of river catchment among tributaries of the Duero and Tajo basins.

PALABRAS CLAVE: *Margaritifera margaritifera*, distribución, España, captura de ríos.

KEY WORDS: *Margaritifera margaritifera*, distribution, Spain, river catchment.

* Servicio Territorial de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. C./ Villar y Macías, 1. 37001-Salamanca.

** Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). C./ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid.

*** C./ Concejal Fco. J. Jiménez, 30. 28047-Madrid.

INTRODUCCIÓN

La madreperla de río (*Margaritifera margaritifera*) se distribuye por ríos de aguas frías y bien oxigenadas del Hemisferio Norte, requiriendo zonas con buenas poblaciones de salmónidos que actúen como hospedadores de sus gloquidios. Asimismo requieren ríos con bosques de ribera bien conservados y donde el sustrato sea de arenas y gravas bien asentadas.

La grave regresión de sus poblaciones es una constante en toda su área de distribución, de manera que actualmente se considera como una especie "En Peligro" por la IUCN (2004). En Europa está protegida por el Convenio de Berna (Anexo III) y por la Directiva Hábitats (92/43/CEE: Anexo II) (ARAUJO y RAMOS, 2001).

Desde los primeros resultados de BAUER (1986), que consideraba las poblaciones ibéricas de *M. margaritifera* en clara regresión, se ha producido recientemente un importante aumento en el conocimiento de nuevas poblaciones de la especie en la Península (ÁLVAREZ-CLAUDIO, GARCÍA-ROVES, OCHARÁN, CABAL, OCHARÁN Y ÁLVAREZ, 2000; VELASCO, ARAUJO, BUENO Y LAGUNA, 2002; REIS, 2003; MORALES, NEGRO, LIZANA, MARTÍNEZ Y PALACIOS, 2004). Todas estas poblaciones aparecían en ríos oligotróficos del cuadrante noroccidental de la Península Ibérica y nunca al sur de la cuenca del Duero (Fig. 1). El diagnóstico sobre el estado de conservación de las poblaciones sigue siendo muy poco esperanzador, de manera que en España *M. margaritifera* ha sido incluida recientemente en el Libro Rojo de Invertebrados de España en la categoría "En Peligro".

En el presente trabajo se describe una nueva población ibérica de *M. margaritifera* utilizando caracteres tanto morfométricos como moleculares. Su presencia en el río Alberche supone la primera cita de la especie en la cuenca del Tajo, lo que permite sugerir un escenario geológico que asume la posible captura de parte de un río de la cuenca situada inmediatamente al norte.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio (Fig. 2) se localiza en la Sierra de Gredos, al sur de la provincia de Ávila (España): cuadrículas UTM: UK27, UK37, UK47, UK57 y UK67. El tramo estudiado del río Alberche se ubica en terrenos graníticos, con aguas oligotróficas y pobremente mineralizadas que son hábitat de *Salmo trutta*. Se trata de una zona declarada Lugar de Interés Comunitario (LIC) para la Red Natura 2000 (código ES4110078).

Tras la localización por uno de los autores (J. B.) de una serie de valvas de *Margaritifera margaritifera* el 22 de junio de 2002 en la ribera del río cerca de Burgo de Osma (Ávila) (Fig. 2), se realizaron diversas campañas de muestreo en julio, agosto y septiembre de 2003, junio, julio y agosto de 2004 y mayo, junio, julio y octubre de 2005. Las prospecciones programadas para otoño de 2003 no pudieron realizarse por coincidir con una época de lluvias y grandes crecidas en el río.

Los muestreos se realizaron utilizando mirafondos y equipos ligeros de buceo y se complementaron con una selección de las áreas potenciales de distribución de la especie utilizando fotografía aérea, analizándose 6 parámetros: altitud, existencia de bosque de ribera bien estructurado, pendiente media, anchura media, sustrato predominante y evidencia de alteraciones humanas (presas, contaminación, ...). Una vez seleccionado el tramo más favorable para la presencia de la especie, éste se dividió en tramos de 1 km de longitud (Fig. 3). Para el cálculo de las densidades y la estimación del tamaño de la población existente, se consideró una anchura media de 25 m de río.

La mayor parte de los ejemplares encontrados fueron medidos ($n=72$) y posteriormente devueltos al mismo lugar donde fueron localizados.

Para la comparación del estado de conservación entre las diferentes poblaciones ibéricas conocidas de *M. margaritifera*, se han utilizado los siguientes parámetros:

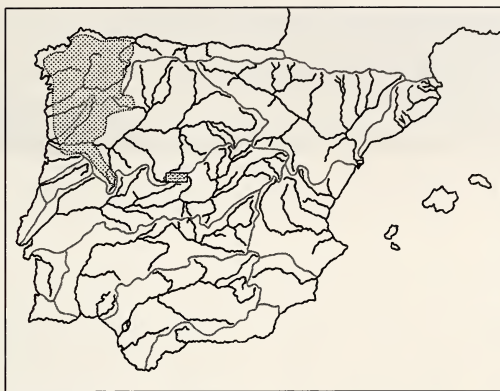


Figura 1. Distribución conocida de *M. margaritifera* en la Península Ibérica (según ÁLVAREZ-CLAUDIO ET AL., 2000; VELASCO ET AL., 2002; REIS, 2003; MORALES ET AL., 2004). El recuadro muestra el área de estudio de este trabajo.

Iberian populations of M. margaritifera. (ÁLVAREZ-CLAUDIO ET AL., 2000; VELASCO ET AL., 2002; REIS, 2003; MORALES ET AL., 2004). *The stippled rectangle represents the study area.*

1.-Presencia o no de ejemplares jóvenes vivos (menores de 55 mm).

2.-Densidades (la dificultad de comparar densidades es grande en los trabajos analizados porque la superficie a la que se refieren los muestreos varía mucho, desde menos de un metro cuadrado hasta varios kilómetros de río).

3.-Número de ejemplares localizados vivos en el río.

Para realizar los análisis moleculares se tomaron, de forma incruenta, muestras de pie de 9 ejemplares. Se analizaron las secuencias de dos genes mitocondriales diferentes: citocromo oxidasa subunidad I (COI) y ARNr 16S (16S). Para ello, las náyades se dejaban en bandejas con agua hasta que asomaba una parte de pie que permitiera cortar un trozo de entre 0,5 y 1 cm. Estas muestras se congelaron en nitrógeno líquido en el campo y se procesaron en el laboratorio siguiendo dos métodos diferentes de extracción de ADN: 1. técnica del fenol/cloroformo; digiriendo las muestras en 600µl de tampón de lisis CTAB con 20 µl de proteinasa k (20 mg/ml) durante 24 horas a 55° C. Con esta

técnica se analizaron tres ejemplares. 2. método "magnético" (ChargeSwitch gDNA Micro Tissue Kit). Se digirieron 3-5 mg de muestra en una mezcla de lisis (1 ml de tampón de lisis y 10 µl de proteinasa k por muestra) durante 24 horas a 55° C. A continuación se siguieron las instrucciones del fabricante para obtener el purificado.

El ADN extraído fue amplificado para un fragmento de la citocromo oxidasa subunidad I (COI) y para un fragmento del ARN r 16 S (16S) mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) empleando los mismos cebadores y condiciones utilizadas previamente para otros unionoideos (HOE, STEWART, SAAVEDRA, SUTHERLAND Y ZOUROS, 1997). Los cebadores utilizados para obtener la secuencia de la COI fueron COI-H 5'-TCAGGGTGACCAA-AAAATCA-3' (6 bases más corto que el HCO2198 de FOLMER, BLACK, HOEH, LUTZ Y VRIJENHOEK, 1994) y LCO1490 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3' (FOLMER ET AL., 1994). Para la secuencia del 16S se han utilizado 16sbr-Hmyt 5'-CCGTTCTGAAGCTCAGCTCATGT-3'

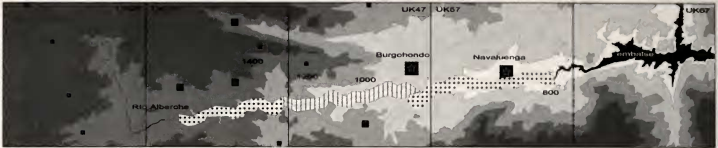


Figura 2. Detalle del área de estudio y de la potencialidad de las diferentes áreas para albergar poblaciones de *M. margaritifera*: zona favorable (rayada) y zona menos favorable (punteada).
 Figure 2. Detail of the study area showing favourable (hatched) and unfavourable areas (stippled) for *M. margaritifera*.

y 16sar-L-myt 5'-CGACTGTTTAACAA-AAACAT-3' (LYDEAR, MULVEY Y DAVIS, 1996). En un volumen final de 50 μ l para cada muestra, la mezcla para la PCR contenía 2 μ l de ADN, 0,8 μ l de ambos cebadores (10 μ M), 1 μ l de mezcla de dNTPs (10 mM), 1,5 U de ADN polimerasa *Taq* con el correspondiente tampón (con MgCl₂ 2 mM) y ddH₂O hasta completar el volumen. Los ciclos que se exponen a continuación fueron empleados en la amplificación del gen COI: 94° C (4 min.), 40 ciclos de 94° C (45 s), 50° C (1 min.), 72° C (1 min.) y una extensión final de 72° C (10 min.). La amplificación para el gen 16S fue llevada a cabo bajo las mismas condiciones aunque la temperatura de anillamiento fue algo más baja (45° C en lugar de los 50° C para el COI). Finalmente, los fragmentos amplificados fueron purificados por precipitación con acetato de sodio y etanol, siendo secuenciados en un secuenciador ABI PRISM 3700.

Las secuencias obtenidas se han tratado, en primer lugar, eliminando los extremos correspondientes a los cebadores y, a continuación, siendo alineadas y analizadas con el programa Sequencher (Gene Code Corporation). Todas las secuencias obtenidas se han ido incluyendo en una matriz para ser comparadas con otras secuencias recopiladas anteriormente a partir de individuos de otras poblaciones de la Península Ibérica (22 ejemplares para COI y 17 para 16S) (MACHORDOM, ARAUJO, ERPENBECK Y RAMOS, 2003). Los análisis filogenéticos se realizaron mediante el programa PAUP.

Los datos sobre las especies de peces de la zona de estudio se han extraído de VELASCO, LIZANA, ROMÁN, DELIBES DE CASTRO Y FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, (2005).

RESULTADOS

El análisis de los diferentes parámetros (ver Material y Métodos) nos ha permitido jerarquizar el área estudiada en 3 categorías (Tabla I) (Fig. 2):

1.- Zonas favorables para el establecimiento de *Margaritifera margaritifera*. Se corresponden con los tramos del río Alberche situados entre los 800 y los 1000 metros de altitud, donde existe un bosque de ribera bien estructurado, una anchura media que oscila entre los 20 y los 30 metros y unos fondos donde predominan las arenas y gravas asentadas. Su longitud es de unos 12 km.

2.- Zonas favorables para el establecimiento de *M. margaritifera*, pero cuya presencia es menos probable por la existencia de algún factor limitante. Se corresponden con los tramos situados entre los 1000 y los 1200 m de altitud, donde la torrencialidad es mayor (cauces estrechos y fondos poco estables) y donde el bosque de ribera - cuando existe - es discontinuo y poco desarrollado. Su longitud es de unos 10 km. También se han incluido en esta categoría los tramos situados por debajo de los 800 metros, donde la pendiente es menor y la alteración humana se hace más patente (aguas abajo del pueblo de Burgohondo, en el término de Nava-

Tabla I. Análisis de la potencialidad del río Alberche para albergar poblaciones de *M. margaritifera*, en función de los parámetros considerados. (Se indican los kilómetros de río que pertenecen a cada intervalo de altitud y a cada cuadrícula UTM de 10 x 10 Km).

Table I. Suitability of the different areas of the Alberche River for *M. margaritifera*. Numbers indicate length in kilometres of each river stretch regarding altitude and UTM grids.

	UK27	UK37	UK47	UK57	UK67	Km Totales	Potencialidad <i>M. margaritifera</i>
>1400 m	14					14	Desfavorables
1400-1300 m	3					3	Desfavorables
1300-1200 m	11	3				14	Desfavorables
1200-1100 m		9				9	Menos favorables
1100-1000 m		1				1	Menos favorables
1000-900 m			3			3	Favorables
900-800 m			9			9	Favorables
<800 m			2	12		14	Menos favorables
<800 m (embalse)				2	12	14	Desfavorables
Km Totales	28	13	14	14	12	81	

luenga). El bosque de ribera y el tipo de fondo predominante sí permitirían la presencia de la especie. Su longitud es de unos 24 km.

3.- Zonas claramente desfavorables para el establecimiento de *M. margaritifera*. Incluyen tres tipos de tramos: 1. los situados por encima de los 1200 m de altitud. 2. los situados en la zona de influencia del embalse de El Burguillo y 3. los pequeños afluentes del río principal.

El área más favorable para *M. margaritifera* se encuentra en la cuadrícula UK47, que corresponde a un tramo de unos 14 km de longitud (Fig. 3). Todo este tramo se sitúa entre los 770 y los 1100 m de altitud y tiene una pendiente media del 1,6 %. El río está orlado por un buen bosque de ribera, constituido fundamentalmente por alisos, fresnos y sauces.

En los 11 km prospectados de esta cuadrícula se han localizado 80 ejemplares vivos de *M. margaritifera*, 6 conchas vacías de ejemplares muertos recientemente y varios fragmentos de conchas rotas. Los ejemplares vivos estaban aislados o formando colonias muy pequeñas y fragmentadas. De ellas, las mayores tenían entre 10 y 20 ejemplares,

con densidades máximas de dos a tres náyades por metro cuadrado (Tabla II). Además se encontró un ejemplar vivo en la cuadrícula UK57.

Todos los ejemplares encontrados vivos eran grandes, siendo el mayor de 130,9 mm y el menor de 78,0 mm ($X \pm \text{STD} = 109,8 \pm 9,5$ mm); la distribución por tamaños se muestra en la Figura 4, donde puede apreciarse que el 94 % de los individuos superan los 100 mm. Uno de los ejemplares recién muertos mantenía todavía restos del animal (Fig. 5) y medía 62 mm, mientras que los 5 restantes, solamente valvas, eran también mayores de 100 mm.

Se han analizado 17 secuencias obtenidas a partir de los 9 ejemplares examinados (8 de COI y 9 de 16S). Las secuencias de COI están compuestas por 657 pares de bases y las de 16S por 496. Los 9 individuos analizados pertenecen a la especie *M. margaritifera* como demuestra la comparación con otras secuencias de unionoideos, encontrándose sólo un haplotipo para 16S en todos los ejemplares analizados de la Península. La situación es ligeramente distinta para las secuencias de COI, pues se han encontrado desde ninguna a dos diferencias entre las secuencias comparadas, estable-

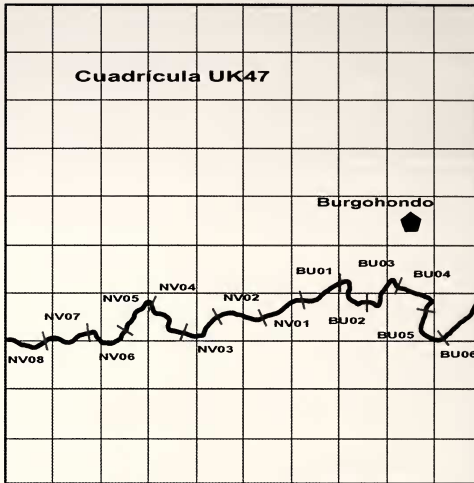


Figura 3. Cuadrícula UTM UK47 (10 x 10 km) (ver Fig. 2) donde se sitúa el sector del río Alberche más favorable para la presencia de *Margaritifera margaritifera*. Se muestran los tramos de 1 km de longitud en los que se ha dividido el río.

Figure 3. UTM grid square UK47 (10 x 10 km) (see Fig. 2) showing the most favourable area for *M. margaritifera* divided in sectors of 1 km length.

Tabla II. Resultados de las prospecciones realizadas en los diferentes tramos del río Alberche (cuadrícula UTM UK47) (ver Fig. 3).

Table II. Results of surveys conducted in the different sectors of the Alberche River (grid UTM UK47) (see Fig. 3).

Tramos de la cuadrícula UK47	Nº ejemplares vivos (nº de conchas vacías)	Densidad media (nº ejemplares/ tramo)	Densidad máxima (nº ejemplares/m ²)
NV08	No muestreado	—	—
NV07	No muestreado	—	—
NV06	No muestreado	—	—
NV05	0	0	0
NV04	6	0,00024	2
NV03	0	0	0
NV02	0	0	0
NV01	37 (4)	0,00148	3
BU01	1	0,00004	1
BU02	24 (1)	0,00096	3
BU03	6	0,00024	2
BU04	(1)	0	0
BU05	1	0,00024	1
BU06	5	0,00024	2
Total cuadrícula	80 (6)	0,00029	3

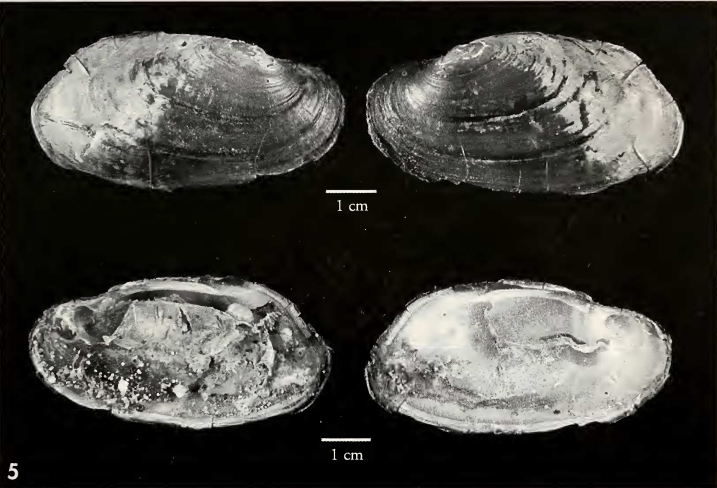
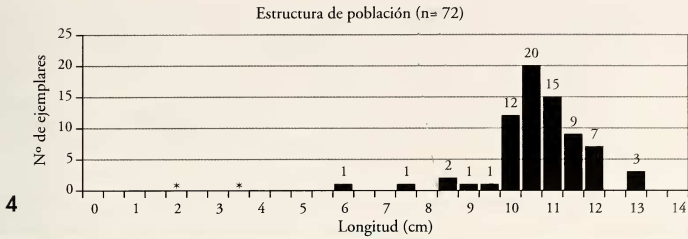


Figura 4. Histograma de frecuencias de la longitud de los ejemplares encontrados vivos (*: ver nota al final de la discusión). Figura 5. Ejemplar recién muerto de 62 mm de longitud de *M. margaritifera* del Río Alberche. Se aprecian restos de las partes blandas.

Figure 4. Histogram of size frequency in the *M. margaritifera* population from Alberche River (*: see note at the end of discussion). Figure 5. Recently dead specimen of *M. margaritifera* 62 mm length from the Alberche River. Remains of the soft parts are visible.

ciéndose tres haplotipos diferentes para este marcador. Todos los ejemplares del Alberche presentaron un único haplotipo para COL, coincidente con el haplotipo mayoritario para la Península. En cualquier caso, el análisis de las secuencias obtenidas de la población del río Alberche indica que no hay diferencias significativas con las secuencias de otras poblaciones ibéricas, constituyendo un grupo prácticamente homogéneo.

La comunidad de peces en este tramo está formada por truchas comunes (*Salmo trutta*), colmillejas (*Cobitis paludica*), gobios (*Gobio lozanoi*) y los ciprinidos típicos de estos tramos medio-altos: bogas (*Chondrostoma polylepis*), bermejuelas (*Chondrostoma arcasii*), barbos (*Barbus bocagei*), cachos (*Squalius pyrenaicus*) y calandinos (*Squalius alburnoides*). Otros moluscos de agua dulce encontrados en el tramo estudiado son



Figura 6. Localización de las poblaciones de *M. margaritifera* de los ríos Águeda y Alberche y situación relativa de los ríos Alberche y Tormes. La línea discontinua muestra la divisoria (Sierra de Gredos) entre las cuencas del Duero y del Tajo. Las flechas muestran la dirección del flujo del agua. *Figure 6. Map showing the location of M. margaritifera populations in the Águeda and Alberche river and the relative location of the Alberche and Tormes rivers. The dotted line marks the boundary between the Duero and Tajo basins (Gredos mountains). Arrows indicate water current direction.*

Unio cf. pictorum, *Anodonta cf. anatina*, *Ancylus fluviatilis* y *Radix balthica*.

DISCUSIÓN

La población descrita es la primera que se encuentra en la cuenca del Tajo y confirma una vez más que las poblaciones de *M. margaritifera* han pasado desapercibidas en muchos lugares por falta de muestreos. Muy probablemente, *M. margaritifera* ha tenido una distribución más amplia que la actualmente conocida en la Península Ibérica, aunque según nuestra opinión no se distribuía por la cuenca del Tajo. La proximidad de la parte alta del río Alberche a la cuenca del Duero, donde sí se conocen diversas poblaciones de *M. margaritifera* (VELASCO ET AL., 2002; REIS, 2003; MORALES ET AL., 2004), puede sugerir la captura de una parte de un río del Duero donde sí viviera la especie, por el Alberche (Fig. 6). Quedaría no obstante por demostrar tanto la presencia de *M. margaritifera* en el río Tormes como su ausencia en toda la cuenca del Tajo.

Para explicar la actual distribución de la especie, partiríamos del siguiente escenario: *M. margaritifera* ocuparía todo el cuadrante noroccidental ibérico, lo que incluiría las dos cuencas actuales

donde vive la especie: la cuenca del norte (al menos en su parte más occidental, Galicia y Asturias) y la del Duero. El límite sur de esta distribución sería la sierra de Gredos, que separa la cuenca del Duero de la del Tajo (Fig. 6). Una acción remontante del río Alberche, o procesos de deglaciación tras la última glaciación (10.000 años), podrían haber culminado en la captura de la parte alta del Tormes por el Alberche y, por tanto, incorporar una población de *M. margaritifera* a la cuenca del Tajo. Esta posibilidad de captura de la parte más alta del Tormes por el Alberche ha sido sugerida por ARENILLAS Y SÁENZ (1987) y DíEZ-HERRERO (2001), aunque según PEDRAZA (1976), las observaciones geomorfológicas no apoyan esa hipótesis.

Pese a todo, los resultados de nuestros análisis moleculares, incluso en el caso del gen mitocondrial COI que es algo más variable (2 cambios en 657 pares de bases en ciertos ejemplares de la Península), no detectan ninguna variación con el resto de las poblaciones ibéricas conocidas. Aunque la variabilidad del género *Margaritifera* a lo largo de toda su área de distribución se ha demostrado como muy pobre, al menos a nivel mitocondrial (MACHORDOM ET AL., 2003), futuros análisis de otros marcadores, fundamentalmente microsátélites, pueden

Tabla III. Situación geográfica de las poblaciones de *M. margaritifera* de los ríos Águeda y Alberche.
 Table III. Geographic location of the *M. margaritifera* populations at the Águeda and Alberche rivers.

Río	Latitud	Longitud
Águeda	40°25'53.5"N - 40°19'18.4"W	6°44'24.9"W - 6°35'55.2"W
Alberche	40°24'16.5"N - 40°23'38.5"W	4°50'38.1"W - 4°17'15.4"W

Tabla IV. Información sobre las poblaciones conocidas de *M. margaritifera* de la Península Ibérica.
 E. C. = Estado de conservación: 1. Población grande y con reclutamiento. 2. Población grande, pero sin reclutamiento comprobado. 3. Población pequeña y envejecida. 4. Población residual. 5. Situación desconocida. (*: ver nota al final de la discusión).

Table IV. Information on the Iberian populations of *M. margaritifera*. E. C. = Conservation status: 1. Large population with juvenile recruitment. 2. Large population but without checked juvenile recruitment. 3. Small and aged population. 4. Population with very few specimens. 5. Unknown. (*: see note at the end of discussion).

Población	Cuenca hidrográfica	Referencia	Juveniles (< 55 mm)	Densidades	Nº ejemplares vivos localizados	Longitudes E.C.	
						máxima-minima (mm)	
Río Narcea	Norte (España)	Álvarez-Claudio et al., 2000	Si	Altas	270	116.0-22.0	1
Ríos Negro, Tera y Castro	Duero	Morales et al., 2004	No	Medias	400	110.50-61	2
Ríos Tuela, Mente y Rabaçal	Duero	Reis, 2003	Si	Altas	497	109-10	1
Ríos Neiva y Cavado	Norte (Portugal)	Reis, 2003	No	Bajas	6	81-60	4
Río Paiva	Duero	Reis, 2003	No	Bajas	14	103-57	4
Río Águeda	Duero	Velasco et al., 2002	No	Bajas	118	118-74	3
Río Alberche	Tajo	Este artículo	No*	Bajas	81	130.9-78	3
Río Arnego	Norte (España)	San Miguel et al., 2004	¿?	¿?	¿?	90.50	5
Río Eo		Machordom et al., 2003				111,24	
Río Landro						117,32	
Río Mandeo						111,24	
Río Masma						98,37	
Río Mera						96,77	
Río Narla						101,65	
Río Ouro						103,13	
Río Tambre						106,67	
Río Trimaz						90,56	
Río Ulla						98,45	
Río Umia	Norte (España)	Rolán y Troncoso, 2002	Si	¿?	¿?	¿?	5

ser útiles a la hora de encontrar diferencias más específicas entre poblaciones. Al menos así lo indican recientes trabajos en poblaciones centro europeas de *M. margaritifera* (GEIST Y KUEHN, 2005). El empleo de estos marcadores específicos podría ser de gran utilidad para demos-

trar tanto el origen de la población de *M. margaritifera* del río Alberche, como para establecer las bases de futuras recomendaciones de manejo sostenible de las poblaciones ibéricas de la especie.

A pesar de que la cuenca del Tajo se sitúa al sur de la del Duero, la población

del río Alberche no es la más meridional de la Península Ibérica, ya que la población del río Águeda (Duero), está aproximadamente a unos 4 minutos más al Sur (Tabla III, Fig. 6).

Como ocurre en la mayor parte de las otras poblaciones ibéricas conocidas de *M. margaritifera*, y, a pesar de que sea necesario realizar un mayor esfuerzo de muestreo, parece obvio que la estructura de la población de *M. margaritifera* del río Alberche está muy envejecida y los ejemplares están dispersos y en densidades muy bajas. Algo similar ocurre en la mayor parte de las poblaciones de la cuenca del Duero, con excepción de las situadas más cerca de la región atlántica (en el noroeste ibérico) (Tabla IV).

En función de los parámetros mencionados en el apartado de Material y Métodos, se propone la siguiente clasificación de las poblaciones ibéricas según su estado de conservación:

1.- Poblaciones relativamente grandes y con reclutamiento (Narcea, Tuela, Mente y Rabaçal).

2.- Poblaciones relativamente grandes y envejecidas (Negro, Tera y Castro).

3.- Poblaciones pequeñas y envejecidas (Águeda y Alberche).

4.- Poblaciones residuales (Paiva, Neiva y Cavado).

5.- Desconocido (las poblaciones de los ríos de Galicia).

La construcción de los dos embalses previstos en la parte alta del río Alberche terminaría con la existencia de esta población de *M. margaritifera*. Se recomienda, por tanto, evitar su construcción y, en todo caso, llevar a cabo un

estudio exhaustivo de la distribución de la misma antes de embalsar las aguas, de forma que se puedan poner en marcha medidas de protección para salvaguardar esta población única en la cuenca del Tajo.

NOTA FINAL

Durante lo muestreos realizados en el verano de 2006 (mientras este trabajo estaba en revisión), se localizaron 23 nuevos ejemplares (22 en la cuadrícula UK47 y 1 en la cuadrícula UK57): 4 de ellos menores de 70 mm, con longitudes de 20, 39, 60 y 68 mm, respectivamente. Este hecho es, sin duda, una excelente noticia ya que son muy pocos los tramos ibéricos donde ha podido constatar recientemente el reclutamiento de juveniles de *M. margaritifera*.

AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla y León por permitirnos realizar las prospecciones. Queremos también agradecer a David Fernández, José Luis Hernández Pérez, Nicolás González Sánchez, Javier Morales, Esther Peñín y Pablo Santos su colaboración en las campañas de muestreo. José Antonio González Sánchez, Nicolás González Sánchez y Alberto Saldaña ayudaron en la cartografía. A Rosa Blanca Babín, Carlos Martín Escorza y Javier de Pedraza por sus valiosos comentarios acerca de la historia geológica de la cuenca del río Alberche.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ-CLAUDIO, C., GARCÍA-ROVES, P., OCHARÁN, R., CABAL, J. A., OCHARÁN, F. J. Y ÁLVAREZ, M. A., 2000. A new record of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoida) from the River Narcea (Asturias, north-western Spain). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 93-102.

ARENILLAS, M. Y SAENZ, C., 1987. *Guía física de España. Los ríos*. Alianza Editorial, Madrid. 386 pp.

ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A., 2001. *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758). En Ramos, M.A. (Ed.): *Inventario de las especies de invertebrados no artrópodos incluidas en los anejos de la Directiva 92/43/CEE del Consejo*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 224 pp.

BAUER, G., 1986. The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in the south of its European range. *Biological Conservation*, 38: 1-9.

- DIEZ-HERRERO, A., 2001. *Geomorfología e hidrología fluvial del río Alberche. Modelos y S.I.G. para la gestión de riberas*. Tesis Doctoral. Departamento de Geodinámica. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 584 pp.
- FOLMER, O., BLACK, M., HOEH, W., LUTZ, R. Y VRIJENHOEK, R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3: 294-299.
- GEIST, J. Y KUEHN, R. 2005. Genetic diversity and differentiation of central European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) populations: implications for conservation and management. *Molecular Ecology*, 14: 425-439.
- HOEH, W. R., STEWART, D. T., SAAVEDRA, C., SUTHERLAND, B. W. Y ZOUROS, E. 1997. Phylogenetic evidence for role-reversals of gender-associated mitochondrial DNA in *Mytilus* (Bivalvia: Mytilidae). *Molecular Biology and Evolution*, 14: 959-967.
- IUCN, 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 25 January 2006.
- LYDEARD, C., MULVEY, M. Y DAVIS, G. M., 1996. Molecular systematics and evolution of reproductive traits of North American freshwater unionacean mussels (Mollusca: Bivalvia) as inferred from 16S rRNA gene sequences. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 351: 1593-1603.
- MACHORDOM, A., ARAUJO, R., ERPENBECK, D. Y RAMOS, M. A., 2003. Phylogeography and conservation genetics of European endangered Margaritiferidae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78: 235-252.
- MORALES, J. J., NEGRO, A. I., LIZANA, M., MARTÍNEZ, A. Y PALACIOS, J., 2004. Preliminary study of the endangered populations of pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the river Tera (north-west Spain): habitat analysis and management considerations. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 14: 587-596.
- PEDRAZA, J. DE, 1976. Algunos procesos morfogenéticos recientes en el valle del río Alberche (Sistema Central español). La depresión del Aldea del Fresno-Almorox. *Boletín Geológico y Minero*, 87: 1-12.
- REIS, J., 2003. The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia, Unionoida) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation*, 114: 447-452.
- ROLÁN, E. Y TRONCOSO, J., 2002. Seguimiento de una población de *Margaritifera margaritifera* en el río Umia (Pontevedra). *Noticiario SEM*, 38: 46-47.
- SAN MIGUEL, E., MONTERRAT, S., FERNÁNDEZ, C., AMARO, R., HERMIDA, M., ONDINA, P. Y ALTABA, C. R., 2004. Growth models and longevity of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Spain. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 1370-1379.
- VELASCO, J. C., ARAUJO, R., BUENO, R. Y LAGUNA, A., 2002. Descubierta la población europea más meridional de la madreperla de río *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoida), en la Península Ibérica (Río Águeda, Salamanca). *Iberus*, 20(1): 99-108.
- VELASCO, J. C., LIZANA, M., ROMÁN, J., DELIBES DE CASTRO, M. Y FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, J., 2005. *Guía de la fauna vertebrada de Castilla y León. Volumen II. Peces, Anfibios, Reptiles y Mamíferos*. Editorial Náyade. Medina del Campo (Valladolid). 271 pp.